

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 11-281323

(43)Date of publication of application : 15.10.1999

(51)Int.Cl.

G01B 11/00

(21)Application number : 10-084295

(71)Applicant : ISUZU MOTORS LTD

(22)Date of filing : 30.03.1998

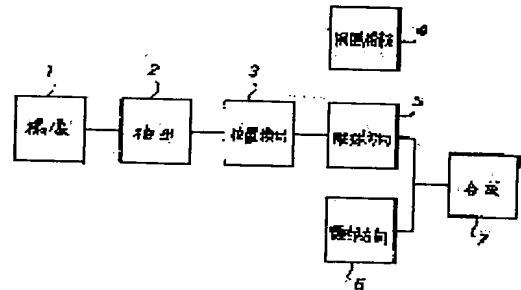
(72)Inventor : FUJIMURA TAKESHI

(54) MEASURING APPARATUS FOR LINE OF SIGHT

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a measuring apparatus for a line of sight that measures the direction of a line of sight of a testee freely moving his head.

SOLUTION: An image-pickup means 1 on the head picking up with putting an eye ball of a testee and a reference mark placed near to the eye ball into a same image frame, an extraction means 2 extracting a pupil from the image, a pupil position detection means 3 detecting the position of the pupil from the reference mark, an information retention means 4 retaining correlation between a predetermined pupil position and an eye ball-direction as information, an eye-direction detection means 5 detecting an eye ball-direction of the testee corresponding to the pupil position detected from the correlation, a head-direction detection means 6 detecting a head-direction of the testee, and a composite means 7 compounding the head-direction and the eye ball-direction to obtain the line of sight, are provided.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 18.04.2003

[Date of sending the examiner's decision of rejection] 05.04.2005

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

1/4

(19)日本国特許庁 (J P) (12)公開特許公報 (A) (11)特許出願公開番号

特開平11-281323

(43)公開日 平成11年 (1999) 10月15日

(51) Int. Cl. ⁶
G 0 1 B 11/00

識別記号

F I
G 0 1 B 11/00

Z

審査請求 未請求 請求項の数1 O L (全 4 頁)

(21)出願番号 特願平10-84295

(22)出願日 平成10年 (1998) 3月30日

(71)出願人 000000170

いすゞ自動車株式会社
東京都品川区南大井6丁目26番1号

(72)発明者 藤村 武志

神奈川県藤沢市土棚8番地 株式会社いすゞ
中央研究所内

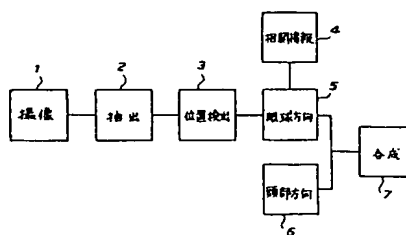
(74)代理人 弁理士 網谷 信雄

(54)【発明の名称】視線計測装置

(57)【要約】

【課題】 頭部を自由に動かす被験者の視線方向を計測する視線計測装置を提供する。

【解決手段】 被験者の頭部に装着され被験者の眼球とその眼球近傍に設けた基準標識8とを同一画像枠内に収めて撮像する撮像手段1と、この画像から瞳孔を抽出する抽出手段2と、この瞳孔の前記基準標識からの位置を検出する瞳孔位置検出手段3と、予め求めておいた瞳孔位置と眼球方向との相関関係を情報として保持する情報保持手段4と、この相関関係から前記検出した瞳孔位置に対応する被験者の眼球方向を検出する眼球方向検出手段5と、被験者の頭部方向を検出する頭部方向検出手段6と、この頭部方向と前記眼球方向とを合成して視線方向を得る合成手段7とを備えた。



FP04-0153-00110- TY
04.8.31
SEARCH REPORT

【特許請求の範囲】

【請求項1】 被験者の頭部に装着され被験者の眼球とその眼球近傍に設けた基準標識とを同一画像枠内に収めて撮像する撮像手段と、この画像から瞳孔を抽出する抽出手段と、この瞳孔の前記基準標識からの位置を検出する瞳孔位置検出手段と、予め求めておいた瞳孔位置と眼球方向との相関関係を情報として保持する情報保持手段と、この相関関係から前記検出した瞳孔位置に対応する被験者の眼球方向を検出する眼球方向検出手段と、被験者の頭部方向を検出する頭部方向検出手段と、この頭部方向と前記眼球方向とを合成して視線方向を得る合成手段とを備えたことを特徴とする視線計測装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、被験者が見ている方向、即ち視線（視線方向）を計測する視線計測装置に係り、特に、頭部を自由に動かす被験者の視線方向を計測する視線計測装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】車両等の運転中における安全性を高めるために、運転席から見えない領域、即ち死角を減らすことが望まれる。死角を調べるには、被験者を運転席につかせ、その被験者の視線方向を計測することが有効である。しかし、視線方向を計測することは困難であり、従来、適当な装置がなかった。

【0003】例えば、特開平7-208927号には、運転者の顔画像から眼球の位置を検出する技術が記載されている。しかし、顔画像上の眼球位置が検出できても、視線方向までは検出できない。上記技術は、視線方向までは得られないため、死角を調べることは利用できない。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】ところで、視線方向とは、人が実際に見ている方向のことである。人は、眼球を移動させるだけでなく、頭部の位置や角度を移動させて視線方向を変えている。運転席では頭部が自由に動かせらるから、運転席における被験者の視線方向を計測するには被験者の頭部の移動を考慮する必要がある。

【0005】そこで、本発明の目的は、上記課題を解決し、頭部を自由に動かす被験者の視線方向を計測する視線計測装置を提供することにある。

【0006】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために本発明は、被験者の頭部に装着され被験者の眼球とその眼球近傍に設けた基準標識とを同一画像枠内に収めて撮像する撮像手段と、この画像から瞳孔を抽出する抽出手段と、この瞳孔の前記基準標識からの位置を検出する瞳孔位置検出手段と、予め求めておいた瞳孔位置と眼球方向との相関関係を情報として保持する情報保持手段と、この相関関係から前記検出した瞳孔位置に対応する

被験者の眼球方向を検出する眼球方向検出手段と、被験者の頭部方向を検出する頭部方向検出手段と、この頭部方向と前記眼球方向とを合成して視線方向を得る合成手段とを備えたものである。

【0007】

【発明の実施の形態】以下、本発明の一実施形態を添付図面に基いて詳述する。

【0008】図1に示されるように、本発明の視線計測装置は、被験者の頭部に装着され被験者の眼球とその眼球近傍に設けた基準標識とを同一画像枠内に収めて撮像する撮像手段1と、この画像から瞳孔を抽出する抽出手段2と、この瞳孔の前記基準標識からの位置を検出する瞳孔位置検出手段3と、予め求めておいた瞳孔位置と眼球方向との相関関係を情報として保持する情報保持手段4と、この相関関係から前記検出した瞳孔位置に対応する被験者の眼球方向を検出する眼球方向検出手段5と、被験者の頭部方向を検出する頭部方向検出手段6と、この頭部方向と前記眼球方向とを合成して視線方向を得る合成手段7とからなる。以下、各手段について説明する。

【0009】被験者の視線方向を計測するには、眼球方向と頭部方向とをそれぞれ計測する必要がある。本発明では、眼球を含む画像を撮像し画像処理することによって眼球の変位を計測し、その眼球の変位から眼球方向を検出する。眼球方向とは、眼球の変位のみによる視線方向を表すものである。眼球の変位を検出するために、図2(a)に示されるように、予め、被験者の顔面に基準標識8を取り付ける。基準標識8は、眼球の変位の基準となるように眼球Eの近傍の所定の位置に取り付けたものである。基準標識8には、被験者の皮膚との輝度差が大きく、皮膚に貼付け可能なシールが使用される。ここでは、四角形に形成したシールを眼球Eの右下に取り付けた。眼球Eと基準標識8とが同一画像枠内に収まるようにしてCCDカメラ等の撮像手段1で撮像する。撮像手段1は、被験者の頭部Tに装着し、頭部Tの位置や角度が変動しても顔面上の同じ領域の画像が得られるように固定しておく。

【0010】撮像により得られた図2(b)の画像より、基準標識8と瞳孔Dとを抽出する。まず、基準標識8の抽出は、エッジ抽出で行う。このエッジを端点とする輝度の高い四角形を抽出し、この四角形を基準標識の画像と判定する。さらに、この四角形の重心を基準点Oとする。

【0011】瞳孔Dの抽出は、画像を二値化処理して行う。このために、予め画像における瞳孔の直径を計測して瞳孔の面積を求めておく。撮像により得られた画像の対象領域（破線楕円で示す）に含まれる全画素について輝度のヒストグラムを作製し、輝度の低い方から画素数を加算していき、その和が前記瞳孔面積を超えたところの輝度を域値とする。この域値を用いて画像全体を二値

化処理する。二値化処理により得られた図2(c)には、瞳孔Dの他に睫、目尻等のノイズが含まれる。そこで、二値化画像の中から最も大きな円(黒丸)を検索し、この円を瞳孔の画像として図2(d)のように抽出する。さらに、この円の幾何的な重心を求め、この重心を瞳孔中心とする。

【0012】次に、図2(e)のように基準点Oを原点とした直交座標系を定義し、瞳孔中心の座標を求める。座標は画素数で数値化する。このようにして瞳孔中心の位置座標H、V(横方向座標、縦方向座標)が得られ、位置座標H、Vで画像上における眼球Eの変位を表すことができる。

【0013】この眼球の変位から被験者の眼球方向を検出するために、予め瞳孔位置と眼球方向との相関関係を調べておく。このために、図3に示されるような指標31を作製しておく。指標31は、絶対位置の分かっている水平方向の3点と垂直方向の3点との計5点(中心点は共通)を有し、被験者の眼球と中心点とが水平になるようにして、被験者から所定距離離して配置する。この指標31の各点を被験者に注視してもらい、その各点による眼球方向 θ (立体角)を求める。眼球方向 θ は、被験者から指標31までの距離 L_1 、中心点から各点までの距離 L_2 より $\tan \theta = L_2 / L_1$ の関係から求める。眼球方向 θ と位置座標H又はVとの関係は、被験者毎に異なるが、同じ被験者では再現性がある。そこで、このようにして調べた相関関係の情報を、情報保持手段4にマップとして記憶する。この相関関係から前記検出した瞳孔位置H、Vに対応する被験者の眼球方向 pH 、 pV (横方向角、縦方向角)を検出することができる。

【0014】次に、頭部方向検出について説明する。

【0015】頭部方向検出には、3次元センサを使用する。3次元センサは、直交する3軸のコイルを持つ直交コイルを2つ使用し、第一直交コイルは対象物とは独立に設け、第二直交コイルは対象物に取り付ける。コイルは、電流を流すと磁界を発生し、磁界中に置かれると起電力を生じる。磁界の強さは距離の3乗に反比例する。この性質を利用して、一方の直交コイルで磁界を発生し、他方の直交コイルで磁界の強さを検出する。図4に示されるように、測定環境に設置した磁界を発生する第一直交コイル41と被験者の頭部に装着した磁界を検出する第二直交コイル42とにより、頭部の位置と角度とが検出される。このようにして検出した頭部の位置及び角度により頭部方向を算出する。

【0016】第二直交コイル42は、頭部の正面方向が第二直交コイルの座標系のx軸となるよう頭部に固定されるので、x軸の方向が頭部方向として算出される。即ち、第一直交コイルの座標系を構成するX、Y、Zの各軸に対して第二直交コイルの座標系を構成するx、y、z軸のうちx軸が占める大きさを要素としたベクトル dcX が頭部方向となる。

【0017】頭部方向 $dcX = (dcX, X, dcX, Y, dcX, Z)$

同時に、第二直交コイル42のy軸の方向及びz軸の方向もベクトル dcY 、ベクトル dcZ として求める。

【0018】次に、頭部方向と眼球方向とを合成して視線方向を得る。このための、視線方向の算出式は、次のようになる。

【0019】1) 眼球方向検出手段5で求めた眼球方向(pH, pV)は2次元データであり、頭部方向検出手段6で求めた頭部方向 $dcX = (dcX, X, dcX, Y, dcX, Z)$ は3次元データである。

【0020】2) 頭部方向の3次元データを眼球方向の2次元データに合わせるため、3次元から2次元への変換を行う。即ち、頭部方向を水平/垂直成分 fH, fV に変換する。

【0021】

$$fH = -\arctan(dcX, Y / dcX, X)$$

$$fV = \arcsin(dcX, Z)$$

3) 第二直交コイル42のy軸の方向及びz軸の方向から頭部の傾き成分 fS を算出する。頭部の傾き成分 fS とは、被験者にとって横方向の傾きのことで、第二直交コイル42のx軸の回りにyz平面を回転したときに生じる回転角で表される。

【0022】

$$fS = -\arctan(dcY, Z / dcZ, Z)$$

頭部の傾き分のみ眼球方向のデータを回転させて、眼球方向(pH, pV)を水平/垂直成分 pH', pV' に変換する。

【0023】

$$\begin{aligned} pH' &= (pH) \times (\pi / 180) \times \cos(fS) - (pV) \times (\pi / 180) \times \sin(fS) \\ pV' &= (pH) \times (\pi / 180) \times \sin(fS) + (pV) \times (\pi / 180) \times \cos(fS) \end{aligned}$$

4) 上記2、3の結果から合成視線方向(dH, dV)を得る。

$$dH = fH + pH'$$

$$dV = fV + pV'$$

このように被験者の眼球方向と頭部方向とから視線方向を得るようにしたので、頭部を自由に動かす被験者の視線方向を計測することができる。

【0025】

【発明の効果】本発明は次の如き優れた効果を発揮する。

【0026】(1) 頭部を自由に動かす被験者の視線方向を計測することができるので、運転席における被験者(運転者)の視線方向を計測することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施形態を示す視線計測装置のブロック構成図である。

【図2】本発明による眼球方向検出の原理図である。

5

6

【図3】本発明による瞳孔位置と眼球方向との相関関係を予備測定する原理図である。

【図4】本発明による頭部方向検出の原理図である。

【符号の説明】

1 撮像手段

2 抽出手段

3 瞳孔位置検出手段

4 情報保持手段

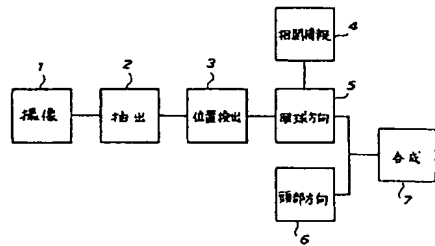
5 眼球方向検出手段

6 頭部方向検出手段

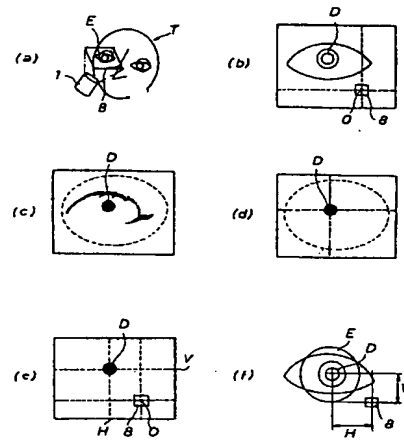
7 合成手段

8 基準標識

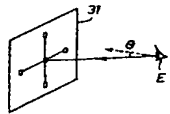
【図1】



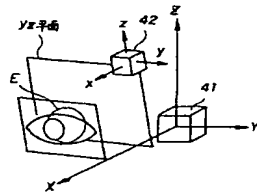
【図2】



【図3】



【図4】



PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 11-281324

(43)Date of publication of application : 15.10.1999

(51)Int.Cl.

G01B 11/00

(21)Application number : 10-084296

(71)Applicant : ISUZU MOTORS LTD

(22)Date of filing : 30.03.1998

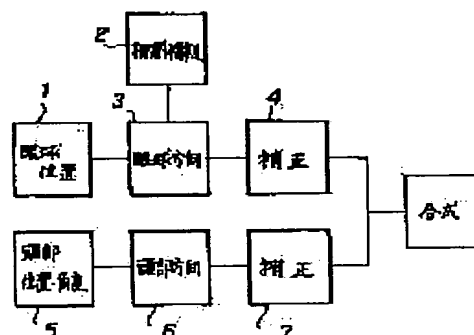
(72)Inventor : FUJIMURA TAKESHI

(54) MEASURING APPARATUS FOR LINE OF SIGHT

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a measuring apparatus for the line of sight eliminating differences among individuals and attitudes of testees in measuring environment.

SOLUTION: An eye ball-sensor 1 on the head part of the testee detecting a pupil part position of a testee, an information retention means 2 retaining correlation between a predetermined pupil position and an eye ball-direction as information, an eye-direction detection means 3 detecting an eye ball-direction of the testee corresponding to the eye-position detected from the correlation, an eye ball-direction compensation means 4 compensating the detected eye ball-direction to an eye ball-direction to an eye ball-direction based upon a viewing condition from the front surface for the testee, a head part sensor 5 detecting a correlation position and angle in a coordinate system fixed in the head of the testee to a coordinate system set in measuring environment, a head part detection means 6 detecting the head part direction of the testee from a position and angle detected by the head part sensor, a head part direction compensation means 7 compensating the detected head part direction to a head part direction based upon a viewing condition from the front surface for the testee, and a composite means compounding the compensated head part direction and the compensated eye ball-direction to obtain the line of sight, are provided.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 18.04.2003

[Date of sending the examiner's decision of rejection] 05.04.2005

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision
of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

2/4

(19)日本国特許庁 (J P) (12)公開特許公報 (A) (11)特許出願公開番号

特開平11-281324

(43)公開日 平成11年 (1999) 10月15日

(51)Int. Cl. ⁶ 識別記号 F I
G 0 1 B 11/00 G 0 1 B 11/00 Z

審査請求 未請求 請求項の数1 O L (全 5 頁)

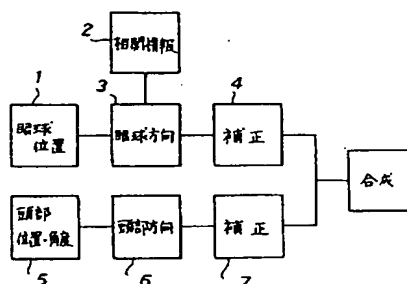
(21)出願番号	特願平10-84296	(71)出願人	000000170 いすゞ自動車株式会社 東京都品川区南大井6丁目26番1号
(22)出願日	平成10年 (1998) 3月30日	(72)発明者	藤村 武志 神奈川県藤沢市土棚8番地 株式会社いすゞ中央研究所内
		(74)代理人	弁理士 網谷 信雄

(54)【発明の名称】 視線計測装置

(57)【要約】

【課題】 被験者の個人差や計測環境における被験者の姿勢による差を排除できる視線計測装置を提供する。

【解決手段】 被験者の頭部に装着され被験者の瞳部位置を検出する眼球センサ1と、予め求めておいた瞳部位置と眼球方向との相関関係を情報として保持する情報保持手段2と、この相関関係から前記検出した瞳部位置に対応する被験者の眼球方向を検出する眼球方向検出手段3と、検出した眼球方向を被験者にとっての正面視状態に基づく眼球方向に補正する眼球方向補正手段4と、計測環境に設置された座標系に対する被験者の頭部に固定された座標系の相対的位置及び角度を検出する頭部センサ5と、頭部センサによる位置及び角度から被験者の頭部方向を検出する頭部方向検出手段6と、検出した頭部方向を被験者にとっての正面視状態に基づく頭部方向に補正する頭部方向補正手段7と、補正された頭部方向と前記補正された眼球方向とを合成して視線方向を得る合成手段8とを備えた。



FP04-0153-001W0- TY
04. 8. 31
SEARCH REPORT

【特許請求の範囲】

【請求項1】 被験者の頭部に装着され被験者の瞳部位置を検出する眼球センサと、予め求めておいた瞳部位置と眼球方向との相関関係を情報として保持する情報保持手段と、この相関関係から前記検出した瞳部位置に対応する被験者の眼球方向を検出する眼球方向検出手段と、検出した眼球方向を被験者にとっての正面視状態に基づく眼球方向に補正する眼球方向補正手段と、計測環境に設置された座標系に対する被験者の頭部に固定された座標系の相対的位置及び角度を検出する頭部センサと、頭部センサによる位置及び角度から被験者の頭部方向を検出する頭部方向検出手段と、検出した頭部方向を被験者にとっての正面視状態に基づく頭部方向に補正する頭部方向補正手段と、補正された頭部方向と前記補正された眼球方向とを合成して視線方向を得る合成手段とを備えたことを特徴とする視線計測装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、被験者が見ている方向、即ち視線方向を計測する視線計測装置に係り、特に、被験者の個人差や計測環境における被験者の姿勢による差を排除できる視線計測装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】車両等の運転中における安全性を高めるために、運転席から見えない領域、即ち死角を減らすことが望まれる。死角を調べるには、被験者を運転席につかせ、その被験者の視線方向を計測することが有効である。しかし、視線方向を計測することは困難であり、従来、適当な装置がなかった。

【0003】例えば、特開平7-208927号には、運転者の顔画像から眼球の位置を検出する技術が記載されている。しかし、顔画像上の眼球位置が検出できても、視線方向までは検出できない。上記技術は、視線方向までは得られないため、死角を調べることに利用できない。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】ところで、視線方向とは、人が実際に見ている方向のことである。人は、眼球を移動させるだけでなく、頭部を移動させて視線方向を変えている。運転席では頭部が自由に動かせるから、運転席における被験者の視線方向を計測するには被験者の頭部の移動を考慮する必要がある。

【0005】本出願人は、被験者の眼球の変位と頭部方向とを独立してそれぞれの検出手段で検出し、眼球の変位から被験者の眼球方向を求め、この眼球方向を頭部方向と合成する方法を提案している。しかし、被験者が正面視状態であると認識する方向には被験者の個人差や計測環境における被験者の姿勢による差があるため、被験者が正面視状態であると認識する方向が基準となるような視線計測が望まれる。

【0006】そこで、本発明の目的は、上記課題を解決し、被験者の個人差や計測環境における被験者の姿勢による差を排除できる視線計測装置を提供することにある。

【0007】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために本発明は、被験者の頭部に装着され被験者の瞳部位置を検出する眼球センサと、予め求めておいた瞳部位置と眼球方向との相関関係を情報として保持する情報保持手段と、この相関関係から前記検出した瞳部位置に対応する被験者の眼球方向を検出する眼球方向検出手段と、検出した眼球方向を被験者にとっての正面視状態に基づく眼球方向に補正する眼球方向補正手段と、計測環境に設置された座標系に対する被験者の頭部に固定された座標系の相対的位置及び角度を検出する頭部センサと、頭部センサによる位置及び角度から被験者の頭部方向を検出する頭部方向検出手段と、検出した頭部方向を被験者にとっての正面視状態に基づく頭部方向に補正する頭部方向補正手段と、補正された頭部方向と前記補正された眼球方向とを合成して視線方向を得る合成手段とを備えたものである。

【0008】

【発明の実施の形態】以下、本発明の一実施形態を添付図面に基づいて詳述する。

【0009】図1に示されるように、本発明の視線計測装置は、被験者の頭部に装着され被験者の瞳部位置を検出する眼球センサ1と、予め求めておいた瞳部位置と眼球方向との相関関係を情報として保持する情報保持手段2と、この相関関係から前記検出した瞳部位置に対応する被験者の眼球方向を検出する眼球方向検出手段3と、検出した眼球方向を被験者にとっての正面視状態に基づく眼球方向に補正する眼球方向補正手段4と、計測環境に設置された座標系に対する被験者の頭部に固定された座標系の相対的位置及び角度を検出する頭部センサ5と、頭部センサ5による位置及び角度から被験者の頭部方向を検出する頭部方向検出手段6と、検出した頭部方向を被験者にとっての正面視状態に基づく頭部方向に補正する頭部方向補正手段7と、補正された頭部方向と前記補正された眼球方向とを合成して視線方向を得る合成手段8とからなる。

【0010】眼球センサ1は、角膜（瞳部いわゆる黒目）と強膜（いわゆる白目）との光反射率の違いを利用して、眼球に臨ませた受光器の受光光量の変化から瞳部の位置を検出するものである。なお、被験者の眼球及びその近傍を撮像し、その画像を画像処理することによって瞳部を抽出して位置検出してもよい。

【0011】以下、各手段について説明する。

【0012】被験者の視線方向を計測するには、眼球方向と頭部方向とを計測する必要がある。本発明では、眼球センサ1又は上記の画像処理によって眼球の位置

(変位)を計測し、その眼球の変位から眼球方向を検出する。眼球方向とは、眼球の変位のみによる視線方向を表すものである。

【0013】眼球の変位は、眼球の近傍に基準点を取り、この基準点を原点とした直交座標系を定義し、眼球センサ1で検出した瞳部の位置を座標H、V（横方向座標、縦方向座標）で表す。

【0014】まず、瞳部の位置座標H、Vから被験者の眼球方向を検出するために、予め瞳部位置と眼球方向との相関関係を調べておく（マッピング）。このために、図2に示されるような指標21を作製しておく。指標21は、絶対位置の分かっている水平方向の3点と垂直方向の3点との計5点（中心点は共通）を有し、被験者の眼球と中心点とが水平になるようにして、被験者から所定距離離して配置する。この指標21の各点を被験者に注視してもらい、その各点による眼球方向 θ （立体角）を求める。眼球方向 θ は、被験者から指標21までの距離 L_1 、中心点から各点までの距離 L_2 より $\tan \theta = L_2 / L_1$ の関係から求める。眼球方向 θ と位置座標H又はVとの関係は、被験者毎に異なるが、同じ被験者では再現性がある。そこで、このようにして調べた相関関係の情報を、情報保持手段2にマップとして記憶する。この相関関係から前記検出した瞳部位置H、Vに対応する被験者の眼球方向 pH 、 pV （横方向角、縦方向角）を検出することができる。

【0015】次に、頭部方向検出について説明する。

【0016】頭部センサ5には、3次元センサを使用する。3次元センサは、直交する3軸のコイルを持つ直交コイルを2つ使用し、第一直交コイルは対象物とは独立に設け、第二直交コイルは対象物に取り付ける。コイルは、電流を流すと磁界を発生し、磁界中に置かれると起電力を生じる。磁界の強さは距離の3乗に反比例する。この性質を利用して、一方の直交コイルで磁界を発生し、他方の直交コイルで磁界の強さを検出する。図3に示されるように、計測環境に設置した磁界を発生する第一直交コイル31と被験者の頭部に装着した磁界を検出する第二直交コイル32とにより、第一直交コイル31の座標系に対する第二直交コイル32の座標系の相対的位置及び角度として頭部の位置と角度とが検出される。このようにして検出した頭部の位置及び角度により頭部方向を算出する。

【0017】第二直交コイル32は、頭部の正面方向が第二直交コイル32の座標系のx軸となるよう頭部に固定されるので、x軸の方向が頭部方向として算出される。即ち、第一直交コイル31の座標系を構成するX、Y、Zの各軸に対して第二直交コイル32の座標系を構成するx、y、z軸のうちx軸が占める大きさを要素としたベクトル dcX が頭部方向となる。

【0018】頭部方向 $dcX = (dcX, X, dcX, Y, dcX, Z)$

同時に、第二直交コイル32のy軸の方向及びz軸の方向もベクトル dcY 、ベクトル dcZ として求める。

【0019】ところで、上記の構成で検出される頭部の位置及び角度は、第一直交コイル31によって設定される座標系において第二直交コイル32が示している位置及び角度である。この第一直交コイル31の座標系をセンサ座標系と呼ぶことにする。算出された頭部方向はセンサ座標系で示され、センサ座標系の原点方向は例えばX軸の方向である。一方、測定環境の中での被験者が正面視状態であると認識する方向を正面視方向とする。ある測定環境において被験者の視線がどの方向に向いているかを示すには、被験者の正面視方向に基づいて示のが適切である。しかし、センサ座標系は、第一直交コイル31によって設定されるので、その原点方向（X軸方向）と、被験者の正面視方向とは、互いにずれを有する。

【0020】また、瞳部位置と眼球方向との相関関係のマッピングにおいては、被験者の眼球と指標21の中心点とが水平であることが正面視状態であると仮定したが、実際には被験者がこの仮定のとおりに眼球の正面視状態を認識するとは限らない。眼球の正面視方向には、個人差があり、指標21を用いた水平視方向とは必ずしも一致しない。

【0021】従って、例えば、トラックのキャブにおける被験者の視線を調べる際には、被験者がシートに座った状態で視線方向を計測するが、被験者が認識する頭部の正面視方向は、センサ座標系における原点方向からずれ、また、被験者の個人差によりずれる。

【0022】図4(a)に示されるように、センサ座標系は大地Gに対して垂直なZ軸、水平なX軸及びY軸を持つ座標系である。このセンサ座標系における眼球方向及び頭部方向の原点方向はX軸である。

【0023】また、図4(b)に示されるように、瞳部位置と眼球方向との相関関係のマッピングを行う際の正面視方向 θ_0 は、センサ座標系の原点方向（X軸）に一致するとは限らない。

【0024】さらに、図4(c)に示されるように、車両運転姿勢にある被験者は、Z軸に対し頭部が3軸の立体角 γ_0 をなす（図は頭部を側面から見たものであるから、頭部の後傾しか示されない）。このとき、被験者は、マッピング時の正面視方向 θ_0 に対し立体角 β_0 をなす方向を正面視方向と認識する。従って、車両運転姿勢にある被験者が正面視状態であると認識しているとき、眼球方向補正手段4及び頭部方向検出手段6は、眼球方向 β_0 、頭部方向 γ_0 を検出する。そこで、被験者が計測環境において正面視状態であると認識しているときの眼球方向 β_0 及び頭部方向 γ_0 を計測しておき、これらの計測結果を補正值として記憶しておく。補正は、被験者が計測環境において正面視状態であると認識しているとき眼球方向が0、頭部方向が0となるように行

う。

【0025】検出した眼球方向を眼球方向の補正值で補正し、検出した頭部方向を頭部方向の補正值で補正することにより、被験者が認識する正面視方向を原点方向とする眼球方向及び頭部方向が得られる。このようにして補正された頭部方向と補正された眼球方向とを合成して視線方向を得る。

【0026】補正を含めた視線方向の算出式は、次のようになる。

【0027】予め、被験者正面視状態の眼球方向及び頭部方向を求めて、補正值として記憶する。眼球方向は2次元データであり、頭部方向は3次元データである。

【0028】

眼球方向：(0rgH 0rgV) $\beta 0$ に相当する
頭部方向：(Ψ_0 θ_0 Ψ_0) $\gamma 0$ に相当する
また、眼球方向検出手段3で求めた眼球方向pH, pV及び頭部方向検出手段6で求めた頭部方向は次のようになる。

【0029】眼球方向：(pH pV)

頭部方向：dcX=(dcX. X dcX. Y dc

$$dcX' = \begin{pmatrix} a_1 & a_2 & a_3 \\ a_4 & a_5 & a_6 \\ a_7 & a_8 & a_9 \end{pmatrix} (dcX. X \quad dcX. Y \quad dcX. Z)$$

【0034】となる。

【0035】2) 頭部方向の3次元データを眼球方向の2次元データに合わせるため、3次元から2次元への交換を行う。頭部方向を水平/垂直成分fH, fVに変換する。

【0036】

$$fH = -\tan^{-1}(dcX. Y' / dcX. X')$$

$$fV = \sin^{-1}(dcX. Z')$$

3) 第二直交コイル32のy軸の方向及びz軸の方向から頭部の傾き成分fSを算出する。頭部の傾き成分fSとは、被験者にとって横方向の傾きのことで、第二直交コイル32のx軸の回りにyz平面を回転したときに生じる回転角で表される。

【0037】

$$fS = -\tan^{-1}(dcY. Z' / dcZ. Z')$$

頭部の傾き分のみ眼球のデータを回転させて、眼球方向(pH pV)を水平/垂直成分pH', pV'に変換する。この際、 $\beta 0$ 分補正をする。即ち、(0rgH 0rgV)の補正を行う。

$$pH' = (pH - 0rgH) \times (\pi / 180) \times \cos(fS) - (pV - 0rgV) \times (\pi / 180) \times \sin(fS)$$

$$pV' = (pH - 0rgH) \times (\pi / 180) \times \sin(fS) + (pV - 0rgV) \times (\pi / 180) \times \cos(fS)$$

X. Z)

1) まず、 $\gamma 0$ 分補正をする。

【0030】センサ座標系での原点方向はX軸方向になるから(1 0 0)で表すことができる。ここで、頭部方向補正值(Ψ_0 θ_0 Ψ_0)を(1 0 0)に変換する回転行列を、

【0031】

【数1】

$$\begin{pmatrix} a_1 & a_2 & a_3 \\ a_4 & a_5 & a_6 \\ a_7 & a_8 & a_9 \end{pmatrix}$$

【0032】とすると、 $\gamma 0$ 分補正された頭部方向：dcX'=(dcX. X' dcX. Y' dcX. Z')は、

【0033】

【数2】

s(fS)

4) 上記2, 3の結果から合成視線方向を得る。

$$dH = fH + pH'$$

$$dV = fV + pV'$$

このように検出された眼球方向と頭部方向とを補正してから合成して視線方向を得るようにしたので、車両運転姿勢にある被験者の正面視方向に基づく視線方向を計測することができる。

【0040】

【発明の効果】本発明は次の如き優れた効果を発揮する。

【0041】(1) 被験者の個人差や計測環境における被験者の姿勢による差を排除した正確な視線計測を行うことができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施形態を示す視線計測装置のブロック構成図である。

【図2】本発明による瞳部位置と眼球方向との相関関係を予備測定する原理図である。

【図3】本発明による頭部方向検出の原理図である。

【図4】本発明において補正する座標系のずれを示した図である。

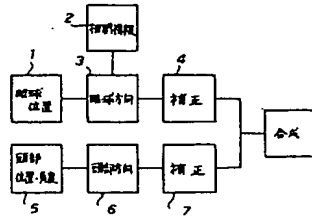
【符号の説明】

1 眼球センサ

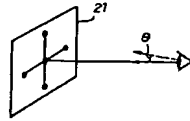
- 2 情報保持手段
3 眼球方向検出手段
4 球方向補正手段
5 頭部センサ

- 6 頭部方向検出手段
7 頭部方向補正手段
8 合成手段

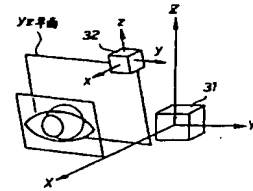
【図1】



【図2】



【図3】



【図4】

